

LAPORAN SKRIPSI

PEMBUATAN BIO-OIL SEBAGAI BAHAN BAKAR

ALTERNATIF DARI PROSES PIROLISIS BUAH PINUS

MENGGUNAKAN KATALIS ZEOLIT



Diajukan oleh:

Michael Christian

NRP: 5203014010

JURUSAN TEKNIK KIMIA

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDALA

SURABAYA

2019

LEMBAR PENGESAHAN

Seminar Skripsi bagi mahasiswa tersebut di bawah ini:

Nama : Michael Christian S.

NRP : 5203014010

Telah diselenggarakan pada tanggal 10 Januari 2019 karenanya yang bersangkutan dapat dinyatakan telah memenuhi sebagian persyaratan kurikulum guna memperoleh gelar **Sarjana Teknik** jurusan **Teknik Kimia**.

Surabaya, 18 Januari 2018

Pembimbing I



Dr. Ir. Suratno Lourentius MS. IPM

NIK. 521.87.0127

Pembimbing II



Sandy Budi Hartono Ph.D. IPM

NIK. 521.99.0401

Dewan Penguji

Ketua



Dra. Adriana A.A. MSi

NIK. NIK. 521.86.0124

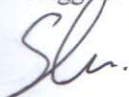
Sekretaris



Dr. Ir. Suratno Lourentius MS. IPM

NIK. 521.89.0151

Anggota



Shella P.S. Ph.D

NIK. 521.17.0971

Anggota



Maria Y. Ph.D

NIK. 521.18.1010

Anggota

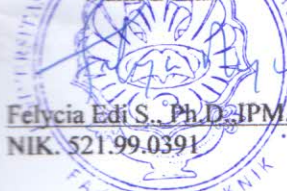


Sandy Budi Hartono, Ph.D., IPM

NIK. 521.86.0124

Mengetahui

Fakultas Teknik
Wakil Dekan I



Felycia Edi S., Ph.D., IPM
NIK. 521.99.0391

Jurusan Teknik Kimia
Ketua



Sandy Budi Hartono, Ph.D., IPM
NIK. 521.99.0401

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN
PUBLIKASI KARYA ILMIAH**

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya sebagai mahasiswa Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya :

Nama : Michael Christian S.
NRP : 5203014010

Menyetujui skripsi/karya ilmiah saya :

Judul :

**Pembuatan Bio-Oil Sebagai Bahan Bakar Alternatif
dari Proses Pirolisis Buah Pinus Menggunakan Katalis Zeolit**

Untuk dipublikasikan/ditampilkan di internet atau media lain (Digital Library Perpustakaan Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya) untuk kepentingan akademik sebatas sesuai dengan Undang-undang Hak Cipta.

Demikian pernyataan persetujuan publikasi karya ilmiah saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 18 Januari 2019

Yang menyatakan,



(Michael Christian S.)
NRP. 5203014010

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil karya orang lain, baik sebagian maupun keseluruhannya, kecuali dinyatakan dalam teks. Seandainya diketahui bahwa skripsi ini ternyata merupakan hasil karya orang lain, maka saya sadar dan menerima konsekuensi bahwa skripsi ini tidak dapat digunakan sebagai syarat untuk memperoleh gelar **Sarjana Teknik**.

Surabaya, 18 Januari 2019

Mahasiswa,



(Michael Christian S.)

NRP. 5203014010

DAFTAR ISI

Lembar Judul	i
Lembar Pengesahan	ii
Lembar Pernyataan Publikasi Ilmiah	iii
Lembar pernyataan	iv
Daftar Isi	v
Daftar Gambar	vi
Daftar Tabel	vii
Kata Pengantar	viii
Intisari	x
I. Pendahuluan	1
I.1. Latar Belakang	1
I.2. Batasan Masalah	5
I.3. Tujuan Penelitian	5
II. Tinjauan Pustaka	6
II.1. <i>Bio-Oil</i>	6
II.2. Buah Pinus	8
II.3. <i>Zeolite</i>	9
II.4. Pirolisis	10
III. Metodologi Penelitian	13
III.1. Rancangan Penelitian	13
III.2. Variabel Penelitian	14
III.3. Alat dan Bahan	14
III.4. Rangkaian Alat	15
III.5. Prosedur Penelitian	15
III.6. Karakterisasi	16
IV. Hasil Penelitian dan Pembahasan	18
IV.1. Persiapan Bahan	18
IV.2. Preparasi Katalis zeolit	18
IV.3. Proses Pirolisis	20
V. Kesimpulan dan Saran	27
V.1. Kesimpulan	27
V.2. Saran	27
Daftar Pustaka	28
Lampiran I	30
Lampiran II	33
Lampiran III	34
Lampiran IV	35

DAFTAR GAMBAR

Gambar III.1. Skema alat pirolisis	15
Gambar IV.1 Bentuk Morfologi Zeolit Alam sebelum diaktivasi	18
Gambar IV.2 Bentuk Morfologi Zeolit Alam yang Telah Diaktivasi dengan NaOH dan kalsinasi.....	19
Gambar IV.1 Pengaruh rasio massa katalis:massa biomassa terhadap <i>yield bio-oil</i> (massa katalis = 25 gram);suhu = 500°C	21

DAFTAR TABEL

Tabel I.1 Biomassa untuk proses pirolisis yang telah digunakan	3
Tabel I.2 Kalor yang dihasilkan dari biomassa pada penelitian sebelumnya	4
Tabel II.1 Sifat fisis <i>Bio-Oil</i>	7
Tabel IV.1 komposisi katalis zeolit alam sebelum di aktivasi	19
Tabel IV.2. Komposisi katalis zeolit alam setelah di aktivasi	20
Tabel IV. 3 Pengaruh rasio massa katalis:massa biomassa terhadap <i>yield bio-oil</i> (massa katalis= 25 gram);suhu = 500°C	21
Tabel IV.4 Pengaruh massa katalis:massa serbuk buah pinus dan suhu pirolisis terhadap densitas <i>bio-oil</i> (massa katalis = 25 gram), suhu prolisis (500°C)	23
Tabel IV.5 Pengaruh massa katalis:massa serbuk buah pinus dan suhu pirolisis terhadap kalori <i>bio-oil</i> (massa katalis = 25 gram).....	23
Tabel IV.6 Karakteristik standar bio-oil	23

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pembuatan Bio-Oil Sebagai Bahan Bakar Alternatif dari Proses Pirolisis Buah Pinus Menggunakan Katalis Zeolit” tepat pada waktunya. Skripsi ini merupakan salah satu prasyarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya.

Atas selesainya penulisan skripsi ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr.Ir. Suratno Lourentius MS.IPM., selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan banyak masukan dan meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan yang baik dalam penelitian ini;
2. Sandy Budi Hartono Ph.D.IPM., selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan banyak masukan dan meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan yang baik dalam penelitian ini;
3. Dra. Adriana Anteng Anggorowati M.Si., Shella Permatasari Santoso Ph.D., Maria Yuliana Ph.D., selaku Dewan Penguji yang telah memberikan masukan dalam penelitian ini;
4. Ir. Yohanes Sudaryanto MT. selaku ketua Laboratorium Kimia Organik & Kimia Fisika dan Felycia Edi Soetardjo Ph.D,IPM. selaku ketua Laboratorium Konversi Energi yang telah memberikan ijin untuk melakukan penelitian dilaboratorium tersebut;
5. Bpk. Novi selaku laboran Laboratorium Kimia Organik & Kimia Fisika Jurusan Teknik Kimia dan Bpk. Pudjo selaku laboran Laboratorium

Operasi Teknik Kimia Jurusan Teknik Kimia, yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian ini;

6. Ir. Suryadi Ismadji, MT., Ph.D.,IPM., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya;
7. Sandy Budi Hartono, S.T., M.Phil., Ph.D.,IPM., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala;
8. Seluruh dosen dan staf Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya, yang secara tidak langsung telah banyak membantu penulis dalam penyelesaian skripsi ini;
9. Orang tua penulis yang telah memberikan dukungan baik secara materi maupun non-materi sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini;
10. Seluruh rekan-rekan di lingkungan kampus maupun di luar kampus yang telah membantu penyelesaian skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca demi kesempurnaan skripsi ini. Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat untuk kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi, dan bagi para pembaca yang budiman.

Surabaya, 18 Januari 2019

Penulis

ABSTRAK

Kementrian ESDM menyatakan bahwa laju eksplorasi minyak di Indonesia semakin meningkat, sedangkan persediaan minyak di Indonesia semakin menipis. Guna mencegah habisnya minyak bumi, diperlukan adanya bahan bakar alternatif untuk menggantikan minyak bumi. *Bio-oil* merupakan bahan bakar alternatif pengganti minyak bumi yang bersifat terbarukan (*renewable fuel*) yang artinya *bio-oil* dapat diproduksi terus-menerus karena dibuat dari bahan baku yang *renewable*, yaitu tumbuh-tumbuhan. *Bio-oil* dapat diproduksi dari biomassa dari tumbuhan seperti buah pinus.

Buah pinus dipilih karena jumlahnya yang melimpah dan dianggap sebagai limbah yang mencemari lingkungan karena pemanfaatannya masih terbatas. Selain itu jumlah pohon pinus di Indonesia banyak sekali dijumpai karena pinus merkusii merupakan pohon pinus asli Indonesia. Proses pirolisis dilakukan dengan bantuan katalis zeolit. Zeolit mempunyai kegunaan yang luas dalam bidang agrikultura, hortikultura, rumah tangga, industri, pengolahan air dan pengolahan air limbah. Kaitannya dalam bidang industri dan pengolahan air dan limbah, zeolit digunakan sebagai adsorben, pengemban katalis dan penghilang logam berat. Pada penelitian kali ini menggunakan bantuan zeolit untuk mengkonversi buah pinus menjadi produk *bio-oil*.

Dalam penelitian ini, buah pinus dipirolisis untuk dikonversi menjadi produk *bio-oil*. Pirolisis yang dilakukan menggunakan bantuan katalis zeolit yang terlebih dulu diaktivasi dengan natrium hidroksida (NaOH). Pada penelitian ini digunakan zeolit sebagai katalis yang terlebih dahulu diaktivasi untuk membuka pori – pori dan mengurangi kandungan uap air yang terdapat didalam zeolit. Zeolit digunakan karena Indonesia juga merupakan salah satu negara dengan potensi zeolit alam yang besar dan tersebar di pulau Sumatera, Jawa, Nusa Tenggara dan Maluku dengan jumlah zeolit alam sebesar 16.600.000 ton. *Bio-oil* yang terbentuk kemudian diukur nilai kalornya menggunakan *bomb calorimeter* serta diukur densitasnya dengan menggunakan piknometer. Selain itu analisis juga dilakukan terhadap katalis zeolit dengan menggunakan metode SEM.

Berdasarkan hasil percobaan, peningkatan massa biomassa dari 100 gram sampai dengan 500 gram diperoleh *yield bio-oil* semakin menurun dari 7,40% sampai 4,30 % sedangkan, penambahan waktu proses pirolisis pada rasio yang sama menunjukkan peningkatan *yield bio-oil*. Hasil uji karakterisasi *bio-oil* dari buah pinus pada *yield* tertinggi diperoleh densitas 1,136 g/ml, *flash point* 128°C, viskositas 61,49cst, dan nilai kalor 34,895 MJ/kg.

ABSTRACT

The Ministry of Energy and Mineral Resources stated that the rate of oil exploration in Indonesia is increasing, while oil inventories in Indonesia are running low. In order to prevent the exhaustion of petroleum, it is necessary to have alternative fuels to replace petroleum. Bio-oil is a renewable fuel alternative oil, which means that bio-oil can be produced continuously because it is made from renewable raw materials, namely plants. Bio-oil can be produced from plant biomass such as pine fruit.

Pine fruit was chosen because of its abundant amount and is considered a waste that pollutes the environment because its utilization is still limited. Besides that, the number of pine trees in Indonesia is very much found because pine merkusii is a native Indonesian pine tree. The pyrolysis process is carried out with the help of zeolite catalyst. Zeolite has extensive uses in the fields of agriculture, horticulture, household, industrial, water treatment and wastewater treatment. In relation to industry and water and waste treatment, zeolite is used as an adsorbent, catalyst carrier and heavy metal remover. In this study using zeolite to convert pine fruit into bio-oil products.

In this study, pine fruit was pyrolysis to be converted into bio-oil products. Pyrolysis is carried out using the aid of a zeolite catalyst which is first activated with sodium hydroxide (NaOH). In this study zeolite was used as a catalyst which was first activated to open pores and reduce the content of water vapor found in zeolites. Zeolite is used because Indonesia is also one of the countries with a large potential of natural zeolite and spread on the islands of Sumatra, Java, Nusa Tenggara and Maluku with the amount of natural zeolite of 16,600,000 tons. Bio-oil formed then measured its calorific value using a calorimeter bomb and measured its density. In addition, the analysis was also carried out on zeolite catalyst using the SEM method.

Based on the results of the experiment, the increase in biomass mass from 100 grams to 500 grams obtained bio-oil yield decreases from 7.40% to 4.30% while, the addition of the pyrolysis process time at the same ratio shows an increase in bio-oil yield. The results of the characterization of bio-

oil from pine fruit at the highest yield obtained density of 1.136 g / ml, flash point of 128°C, viscosity of 61.49 cst, and calorific value of 34.895 MJ / kg.